

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-51229

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

(51) Int. Cl.

H01L 31/04

29/40

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A

H01L 31/04

S

F

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平6-187216

(22) 出願日 平成6年(1994)8月9日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 梅本 哲正

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 齋藤 肇

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 竹田 喜彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 深見 久郎

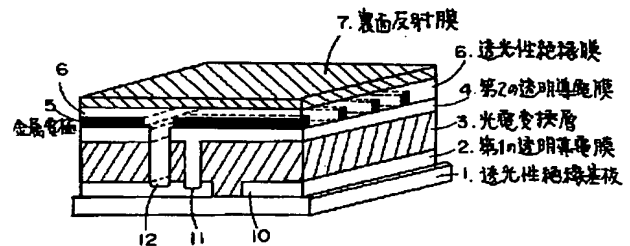
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集積型太陽電池およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 薄膜太陽電池の集積化加工時に反射板を兼ねた金属薄膜裏面電極のレーザスクライプによる加工形状不良や電氣的短絡を防止する。

【構成】 透光性絶縁基板 1 上に第 1 の透明導電膜を積層後パターンニングし、その上に非晶質シリコンの光電変換層 3 を積層して、レーザスクライプによりパターンニングし、その上に第 2 の透明導電膜 4 を積層してレーザスクライプによりパターンニングしてセルを直列接続集積した後、その上に透光性絶縁膜 6 を形成し、さらにその上に裏面反射膜 7 を積層する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受光面となる透光性絶縁基板の上に形成され直列に接続されている複数の非晶質半導体光電変換素子と、前記の光電変換素子の受光面の反対側に透光性絶縁膜を介して反射膜を設けたことを特徴とする集積型太陽電池。

【請求項 2】 透光性絶縁基板上に第 1 の透明導電膜を形成する工程と、

第 1 の透明導電膜を短冊状にパターンニングしその上に非晶質半導体光電変換層を形成する工程と、

レーザスクライブ法により非晶質半導体光電変換層および第 1 の透明導電膜をスクライブする工程と、

非晶質半導体光電変換層の表面および前記のスクライブにより形成されたスクライブ溝に第 2 の透明導電膜を形成する工程と、

レーザスクライブ法により第 2 の透明導電膜および非晶質半導体光電変換層をスクライブし、光電変換層を複数の光電変換素子が直列に接続された形態に加工する工程と、

第 2 の透明導電膜の表面および前記のスクライブにより形成されたスクライブ溝に透光性絶縁膜を形成する工程と、

透光性絶縁膜の表面に反射膜を形成する工程とを有することを特徴とする集積型太陽電池の製造方法。

【請求項 3】 直列に接続された各光電変換素子の表面の第 2 の透明導電膜の表面にスクライブ溝と直交する方向に延長する多数の分岐を有する金属電極を形成することを特徴とする請求項 2 記載の集積型太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は集積型薄膜太陽電池の構造および製造方法の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に集積型薄膜太陽電池は、受光面となるガラスのような透光性絶縁基板上に酸化錫 (SnO₂) や酸化インジウム錫 (ITO) 等の透明導電膜よりなる電極を形成し、その上に結晶または非晶質のような半導体光電変換層および反射板を兼ねた金属薄膜裏面電極を積層して形成される。

【0003】 非晶質半導体光電変換層は、原料ガスのグロー放電分解によるプラズマ CVD 法や光 CVD 法等の、気相成長により形成されるため、大面積の薄膜形成が可能な利点を有する。

【0004】 また、1つの光電変換素子の金属薄膜裏面電極が隣接する光電変換素子の受光面側の透明導電膜による電極の端部と電気的に接触する直列接続構造により集積型を形成する。各光電変換素子を分割する手段としてはフォトエッチング法やレーザスクライブ法等がある。

【0005】 フォトエッチング法は、レジスト膜塗布等の工程数が多く、煩雑で、薄膜太陽電池基板が大面積となるにつれ、生産コストが高くなる。また、レジスト膜除去液に浸漬する化学処理工程を経るときに、膜面が損傷を受けて太陽電池の変換効率を低下させる要因となる。

【0006】 一方、レーザスクライブ法は、反射膜となる金属薄膜裏面電極のフォトエッチング工程がなくなるため生産工程が簡略化され、生産コストを低く抑えることができる。さらに、レーザスクライブにより、形成された素子分割の溝幅を狭く、たとえば 100 μm 以下に加工できるため、光電変換素子の電極接合部分の面積が小さくてすみ、光電変換に関与しない面積が小さく、よって集積型薄膜太陽電池の発電有効面積を増大させることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 前述のレーザスクライブ法により薄膜太陽電池を集積化しようとする場合において、最も問題となるのは、反射板となる金属薄膜裏面電極のパターンニングである。

【0008】 図 4 (a), (b) および (c) は、金属薄膜裏面電極のパターンニングの説明のための集積型薄膜太陽電池の一例の断面図である。透光性絶縁基板 1 の表面に、一方の電極となる第 1 の透明導電膜 2、光電変換層 3、第 2 の透明導電膜 4 および反射板となる金属薄膜裏面電極 8 が積層されている。光電変換層 3 はこれを貫通するスクライブ溝 11 を透明導電膜 4 の材料で埋めることにより光電変換層のプラス側とマイナス側が接続される。これをスクライブ溝 12 により各単位となる光電変換素子ごとに分離し、各素子は直列に接続されたことになり集積化される。

【0009】 このとき、たとえば、Q スイッチ YAG レーザビームを用いて金属薄膜裏面電極 8 側からスクライブする場合、レーザビームのパワーが弱いと、図 4

(a) に示すように、金属薄膜裏面電極 8 の表面はレーザビームを反射するため、切断不良となり、第 2 の透明導電膜 4 は分割されず、隣接する発電素子間が短絡した状態になる。

【0010】 また、レーザビームのパワーが強いと、図 4 (b) に示すように、金属薄膜裏面電極 8 は切断されるが、その下方に積層した非晶質半導体の光電変換層 3 および第 1 および第 2 の透明導電膜 2 および 4 も切断してしまい、光電変換素子間の直列接続が絶縁遮断されてしまい、集積化できない。

【0011】 さらに、本来、レーザビームによるスクライブは、局所的熱加工であるため、金属薄膜裏面電極 8 の下に積層された非晶質半導体の光電変換層 3 や第 1 および第 2 の透明導電膜 2 および 4 を切断しないまでも、熱損傷を与え、金属膜の飛散物が最下層の透明導電膜と接触したり、スクライブ溝に残留したりして、結果とし

て、電氣的短絡を引起こすことになる。このように、反射膜となる金属薄膜裏面電極 8 面からのレーザスクライプは、レーザパワー、スクライプ加工スピードを極めて微妙に制御しなければならず、熱伝導度、融点、昇華性が異なる積層膜を選択的に加工することは、極めて難しい。

【0012】これを解決するために、図 4 (c) に示すように、たとえば YAG レーザ第 2 高調波 (波長: 0.53 μm) を透光性絶縁基板 1 面から入射し、透光性絶縁基板 1 とその上に積層した透明導電膜を損傷させずにレーザビームを透過させて、光電変換層 3 で吸収させ、昇華蒸発させると同時に、その上に積層した金属薄膜裏面電極 8 も吹飛ばしてスクライプ加工する方法が提案されているが、前述したように、この場合もレーザパワー、スクライプ加工スピードの微妙な制御が必要で、金属膜の飛散物が最下層の第 1 の透明導電膜 2 と接触したり、金属薄膜裏面電極 8 が剥離して電氣的短絡を引起こしやすい。

【0013】また、太陽電池としての変換効率を向上させる目的で、各積層膜がテクスチャ構造にされており、さらに反射板となる金属薄膜裏面電極層の膜厚のばらつきなどにより、1つのスクライプ条件における加工再現性や信頼性が低く、結果として、生産工程における歩留りの低下につながるという懸念があった。

【0014】いずれにしても、従来の構造では、裏面の反射膜となる金属薄膜が集電電極を兼ねているため、直列集積化するためには、この裏面の金属薄膜電極をパターンニングする必要があり、これにレーザスクライプ法によるパターンニングを適用しようとする場合、加工形状不良や電氣的短絡を発生して、歩留りを上げることは困難であった。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の太陽電池は、透光性絶縁基板上に第 1 の透明導電膜を形成し、短冊状にパターンニングした後、その上に非晶質半導体光電変換層を積層し、レーザ光照射によりスクライプ溝を形成してパターンニングし、その上に第 2 の透明導電膜を積層して透光性絶縁基板の積層面の反対側からレーザ光を透過させて照射し、スクライプ溝を形成して、光電変換層を複数の光電変換素子を直列接続した状態に加工した後、その表面に透光性絶縁膜を形成し、さらにその上に反射膜層を形成する。

【0016】また、光電変換層を複数の電氣的に直列接続した状態に加工した後、各光電変換素子の表面の第 2 の透明導電膜の上に金属電極を積層した後、透光性絶縁膜を形成し、その上に反射膜を形成する。

【0017】

【作用】本発明によれば、第 1 および第 2 の透明導電膜だけで直列集積化を行ない、透光性絶縁膜を介して裏面反射膜を形成するから、反射膜となる金属薄膜裏面電極

をレーザスクライプする必要がないので、従来、金属薄膜のパターニング工程において起こるような加工形状不良がなくなり、また、これにより引起こされる金属薄膜裏面電極の剥離や電氣的短絡はなくなる。

【0018】さらに、光電変換層を複数の光電変換素子を電氣的に直列接続した状態に加工した後、各光電変換素子の第 2 の透明導電膜電極上に金属電極を積層した後、その上に透光性絶縁膜を形成し、その上に反射膜を形成する構造においては、第 1 および第 2 の透明導電膜だけで直列集積化した場合に比べて、直列集積化方向 (スクライプ方向と直交する方向) のシリーズ抵抗を低く抑えることができるとともに、金属電極の形状によっては、光の散乱効果を得ることにより、光電変換効率の向上に寄与する。

【0019】

【実施例】図 1 は本発明による集積型太陽電池の一部の斜視図である。たとえば、ガラスのような透光性絶縁基板 1 の表面に、第 1 の透明導電膜 2、非晶質半導体による光電変換層 3、第 2 の透明導電膜 4、透光性絶縁膜 6、金属による裏面反射膜 7 等が積層されている。

【0020】ここで、光電変換層 3 は第 1 の透明導電膜 2 に形成されたスクライプ溝 10 の中に充填されて透光性絶縁基板 10 に達しており、第 2 の透明導電膜 4 は光電変換層 3 に形成されたスクライプ溝 11 の中に充填されて、隣接する各光電変換素子を直列に接続する。透光性絶縁膜 6 は、第 2 の透明導電膜 4 および光電変換層 3 に形成されたスクライプ溝 12 に充填され、各光電変換素子を完全に分離する。

【0021】第 2 の透明導電膜 4 の表面には、たとえば、櫛型の金属電極 5 を設けてある。これは省略することもできる。

【0022】このような装置は以下のようにして製造される。第 1 の実施例は第 2 の透明導電膜 4 の表面に金属電極 5 を設けない場合である。

【0023】まず、図 2 (a) に示すように、透光性絶縁基板 1 として、たとえば、厚さ 1 mm のガラス基板を用い、その片面に一方の電極となる第 1 の透明導電膜 2 として、たとえば、 SnO_2 膜を 1 μm の厚さに常圧 CVD により形成する。次に、レーザ光を第 1 の透明導電膜 2 に照射して、パターンニングを施す。より具体的には、ガラス基板上の SnO_2 膜を Nd-YAG レーザ (波長: 1.06 μm) の基本波レーザ光でスクライプし、スクライプ溝 10、10...を形成し、短冊状に分割する。スクライプ幅 30 μm 、深さ 1 μm で完全に絶縁する。各短冊は各光電変換素子の受光面側の電極となる。各短冊の幅はたとえば 1 cm とする。このとき照射するレーザ光は、Nd:YAG レーザ、エキシマレーザのいずれでもよいが、保守が簡便で、ランニングコストが安い YAG レーザが工業的に優位である。

【0024】次に、図 2 (b) に示すように、第 1 の透

明導電膜2の表面に、非晶質半導体の光電変換層のp層を12nmの厚さに積層する。プラズマCVD装置中に基板を置き、基板温度を200℃に昇温する。反応ガスはモノシランガスを流量30....、メタンガスを流量80....、キャリアガスは水素ガスを流量150....、ドーピングガスは1%の水素希釈のジボランガスを流量10....で流す。続いて、i層を400nmの厚さに積層する。このとき、基板温度は200℃に保持し、反応ガスはモノシランガスを流量60....、キャリアガスは水素ガスを流量20....で流す。続いてn層を100nmの厚さに積層する。基板を200℃に保持し、反応ガスはモノシランガスを流量60....、キャリアガスは水素ガスを流量3....、ドーピングガスは0.3%水素希釈のホスフィンガスを流量18....で流す。スクライプ溝10は非晶質半導体で埋められる。このようにして、非晶質半導体光電変換層を積層した後、レーザ光を透光性絶縁基板面から照射してスクライプ溝11を形成しパターンニングを施す。

【0025】より具体的には、非晶質半導体の光電変換層3を、前回のスクライプ溝10から溝中心線距離で100μm隔てた位置にNd-YAGレーザ第2高調波(波長:0.53μm)のレーザ光で透光性絶縁基板1面から照射し、スクライプしスクライプ溝11、11...を形成する。スクライプ溝の幅40μmで、光電変換層は完全に分割する。光電変換層3の厚さは合計で0.512μmとなる。スクライプ溝11を形成するとき、第1の透明導電膜2の上部にも若干の溝が形成されるが、これは後で第2の透明導電膜を形成するとき双方の透明導電膜の上部および側面の接触を良好ならしめるのに役立つ。

【0026】次に、図2(c)に示すように、光電変換層3の上に第2の透明導電膜4として、ITOを60nmの厚さでDCマグネトロンスパッタ法により積層する。スクライプ溝11はITOで埋められる。その後透光性絶縁基板1の面からレーザ光照射によるパターンニングを施して、光電変換素子を複数個電氣的に直列に接続した状態に加工することにより集積化を行なう。より具体的には、ITOをスクライプ溝11から溝中心線距離で150μm隔てた位置にNd-YAGレーザ第2高調波(波長:0.53μm)のレーザ光で透光性絶縁基板1の面から照射し、ITO層を光電変換層とともに吹飛ばしてスクライプし、スクライプ溝12、12...を形成する。スクライプ溝幅40μmでITO層および光電変換層はそれぞれ完全に分割される。このとき第1の導電膜2の上部は多少損傷されるが、損傷はなるべく少ない方が望ましい。なお、スクライプ溝11と12との間隔は短いほど望ましいが、加工精度、歩留りを考慮する必要がある。

【0027】この後図2(d)に示されるように、透光性絶縁膜6として、たとえば、セラミック前駆体熱硬化

型無機高分子ポリマーである有機シラザンをスピスコートで積層面に塗布させ、200℃大気雰囲気中で焼成して、アモルファスSiO₂による透光性絶縁膜6を約1μmの厚さで形成する。溝12は透光性絶縁膜の材料で埋められる。

【0028】この上に、図2(e)に示すように、DCマグネトロンスパッタ法より銀を500nmの厚さで形成して裏面反射膜7とし、集積型太陽電池を形成する。

【0029】第2の実施例は第2の透明導電膜の表面に金属電極を設けた場合であって、その各工程は図3

(a)~(f)に示される。図3(a)~(c)の工程は、図2(a)~(c)の工程と全く同一であるからその説明を省略する。

【0030】図3(d)に示すように、スクライプ方向と直交する方向に分岐延長する櫛型銀電極5を、第2の透明導電膜4の上にスクリーン印刷により形成する。スクリーン印刷幅は、50μm、櫛型各電極間ピッチは0.5cmとし、第2の透明導電膜4のスクライプ溝12上は櫛型銀電極が積層しないようにスクリーン印刷する。これにより、透明導電膜だけで直列接続する場合よりも、透明導電膜の面抵抗による直列接続時の集積化薄膜太陽電池のシリーズ抵抗を低下させることができるとともに、櫛型銀電極のスリット構造により入射光を散乱させる効果により、さらに光電変換効率の向上を図ることができる。

【0031】この金属電極の形状は、櫛型以外にスクライプ溝に直交する方向のスリット状のもの、格子状のもの、ハニカム構造状等がある。また、これらの金属電極の積層方法としては、スクリーン印刷法以外にマスクパターンニングによる蒸着法等もある。

【0032】図3(e)および(f)は櫛型銀電極5が存在すること以外は図2(d)および(e)と同様であるから説明を省略する。

【0033】

【発明の効果】本発明によれば、薄膜太陽電池の集積時に、反射膜を兼ねる金属薄膜裏面電極をレーザビームでパターンニングする必要はなく、従来これにより起こされた電氣的短絡や光電変換素子間の直列接続の絶縁不良がなくなり、加工再現性と信頼性の向上により、生産工程の歩留り向上に寄与することができる。

【0034】また、第2の透明導電膜の上に、スクライプ溝を除く部分に金属電極をスクライプ方向と直交する方向に分岐して設けることにより、シリーズ抵抗を低く抑えることができるとともに、金属電極の形状によっては、光の散乱効果を得ることによりより光電変換効率の向上に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による集積型太陽電池の要部斜視図である。

【図2】(a)~(e)は、本発明による第1の実施例

の各工程の断面図である。

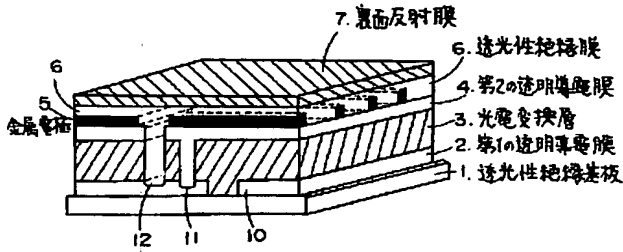
【図3】(a)～(f)は、本発明による第2の実施例の各工程の断面図である。

【図4】(a)～(c)は、従来方法による集積型太陽電池の反射板を兼ねた金属薄膜裏面電極のパターニングの説明図である。

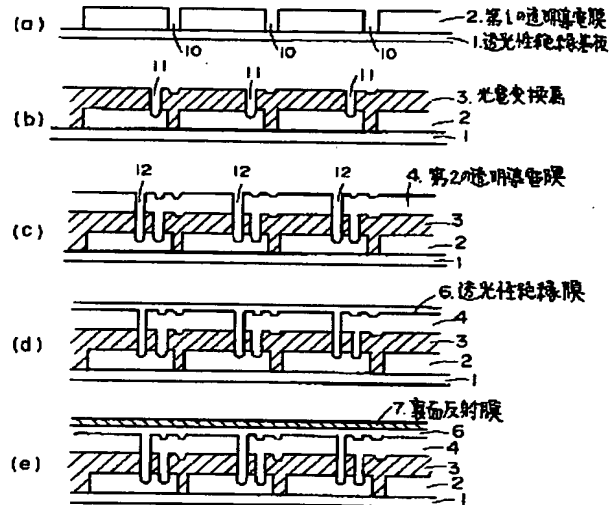
【符号の説明】

- 1 透光性絶縁基板
- 2 第1の透明導電膜
- 3 光電変換層
- 4 第2の透明導電膜
- 5 櫛型銀電極
- 6 透光性絶縁膜
- 7 裏面反射膜

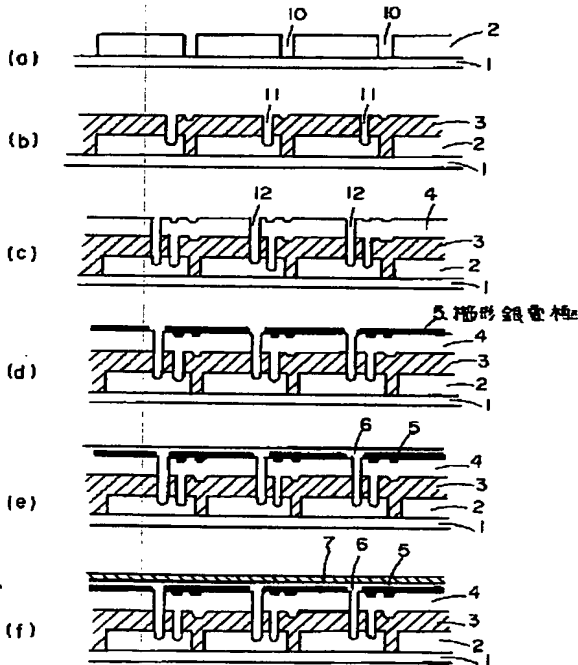
【図1】



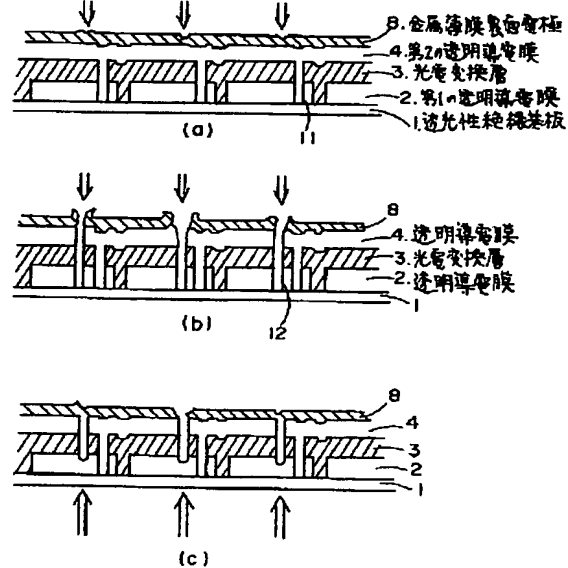
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 三宮 仁

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内